

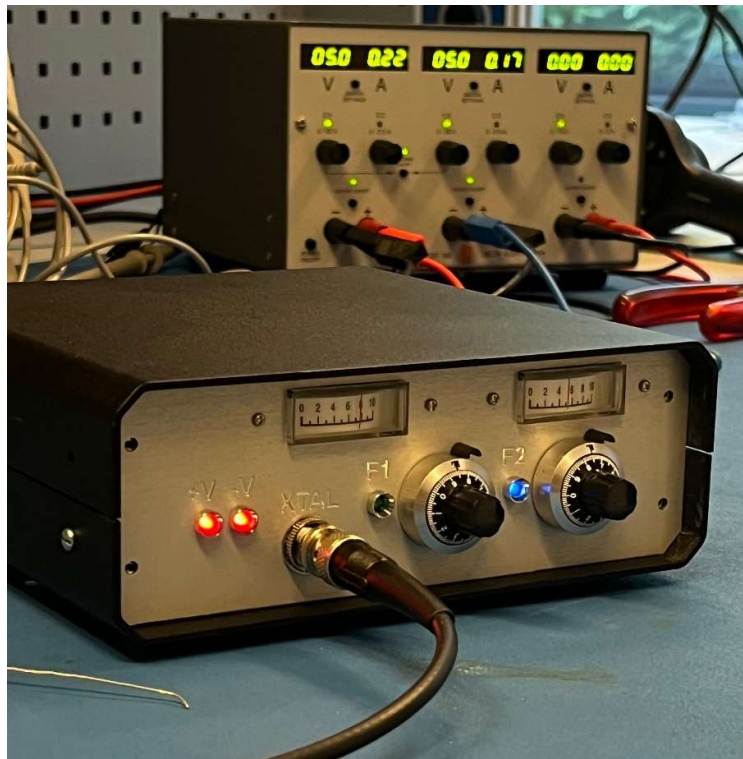
QCM temperatuur compensatie

Handleiding

ELD 2518

Universiteit Leiden

Flint Wardenaar



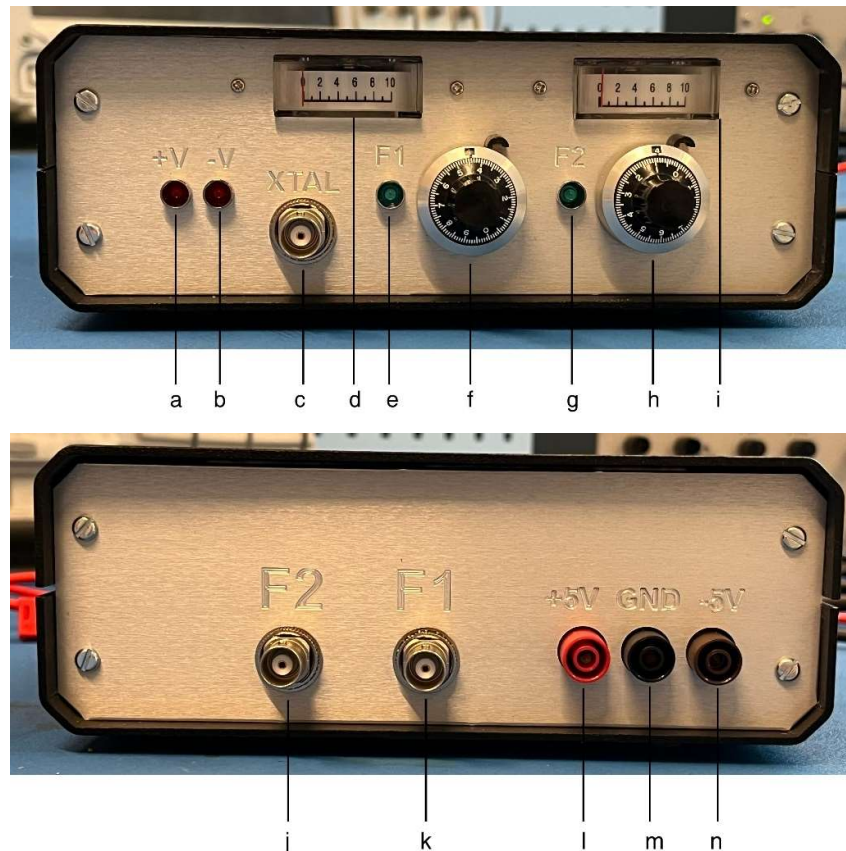
Introductie

Deze handleiding hoort bij de **QCM-driver**, een meetopstelling die ontwikkeld is om twee resonante modi van een QCM-kristal gelijktijdig te meten. In combinatie met een **Python-script** kunnen deze frequenties worden omgezet naar een temperatuurgecompenseerde laagdikte.

De driver en het script zijn ontwikkeld door Flint Wardenaar. Voor vragen of opmerkingen kan contact worden opgenomen via:

Flint2082@gmail.com

IO



- a. 5 volt voeding indicator-LED
- b. Min 5 volt voeding indicator-LED
- c. BNC-connector voor aansluiten kristal
- d. VCO-ingangsspanning indicator van F1
- e. Lock-detect lampje van F1
- f. Potmeter voor instellen VCO-center-frequency van F1
- g. Lock-detect lampje van F2

- h. Potmeter voor instellen VCO-center-frequency van F2
- i. VCO-ingangsspanning indicator van F2
- j. BNC-connector voor aansluiting frequentieteller voor F1
- k. BNC-connector voor aansluiting frequentieteller voor F2
- l. Bananenstekker voor +5 volt aansluiting
- m. Bananenstekker voor ground aansluiting
- n. Bananenstekker voor -5 volt aansluiting

Opstelling

Voeding

De QCM-driver dient gevoed te worden met een symmetrische labvoeding. Sluit de voeding aan via bananenstekkers volgens de volgende kleurcodering:

- **Rood** op +5 V
- **Zwart** op GND
- **Bruin** op -5 V

De stroombegrenzing van de labvoeding kan worden ingesteld op **0,4 A** om de elektronica te beschermen bij een eventuele fout.

Kristal

Het kristal wordt aangesloten via de BNC-connector op het voorpaneel met het label **XTAL**. Gebruik hiervoor een **0,5 meter lange 50 Ω coaxiale kabel** om het kristal te verbinden met de QCM-driver. Gebruik een SC-cut kristal met een fundamentele frequentie van 3.33MHz.

Frequentietellers

Sluit twee frequentietellers aan op de BNC-uitgangen **F1** en **F2** op het voorpaneel. Gebruik 50 Ω coaxiale kabels en stel de ingangen van de frequentietellers in op een **hoogohmige impedantie** om het signaal niet te belasten.

Kalibratie

Wanneer een nieuw kristal wordt gebruikt, moet dit eerst worden gekalibreerd om het temperatuurafhankelijke gedrag te bepalen. De stappen hiervoor zijn als volgt:

1. Ovenopstelling:

Plaats het kristal samen met een **thermokoppel** in een temperatuur-gecontroleerde oven.

2. Temperatuurstappen:

Breng de temperatuur van de oven in stappen omhoog van **kamertemperatuur tot 100 °C**.

3. Instellen van lock:

Draai aan de twee instelknoppen op het voorpaneel totdat:

- De LED van **F1** oplicht en een frequentie van **3,72 MHz** wordt gemeten.
- De LED van **F2** oplicht en een frequentie van **9,99 MHz** wordt gemeten.

4. Gegevensverzameling:

Noteer bij elke temperatuurstap de gemeten frequenties en bijbehorende temperatuur in het kalibratie-Excelbestand (zie **QCM_calibration.xlsx**) Dit bestand voert automatisch een **curve fit** uit met een derdegraads polynoom. De coëfficiënten van deze polinomen vind je in de kolommen F, G, H, K, L en M van rij 17. I17 en N17 worden **niet** gebruikt.

5. Invoeren in script:

De verkregen polynoomcoëfficiënten kunnen worden overgenomen in het bijgeleverde Python-script (QCM_temp_comp.py) op **regel 8 t/m 14**. Hiermee is de kalibratie voltooid.

Uitvoeren van een meting

1. Instellen van lock:

Draai aan de twee instelknoppen op het voorpaneel totdat:

- De LED van **F1** oplicht en een frequentie van **3,72 MHz** wordt gemeten.
- De LED van **F2** oplicht en een frequentie van **9,99 MHz** wordt gemeten.

2. Starttemperatuur bepalen:

Noteer de starttemperatuur van het kristal. Bij gebruik van een watergekoeld systeem kan aangenomen worden dat deze overeenkomt met de watertemperatuur.

3. Script instellen:

Voer in het Python-script (QCM_temp_comp.py) op **regel 18 t/m 20** de startfrequenties van F1 en F2 in, samen met de bijbehorende starttemperatuur.

4. Script uitvoeren en meten:

Start het Python-script. Tijdens het opdampen worden de actuele frequentiewaarden handmatig ingevoerd in de console.

5. **Resultaat:**

Het script berekent automatisch de actuele temperatuur van het kristal én de **gecompenseerde laagdikte**, en toont deze in de console.